26654 DUP.

IGM86-404-356
CNRC 26654

CONTRÔLE DE LA PRODUCTION

L'inspection infrarouge pour un contrôle continu de la qualité sur la ligne de production.

par P. Cielo et M. Lamontagne

Institut de Génie des Matériaux, Boucherville

Résumé:

L'introduction de l'ordinateur en milieu de production, ainsi que le développement de capteurs industriels précis et fiables, permettent maintenant d'exercer un contrôle continu et automatisé de la qualité du produit tout au long de la ligne de production.

Les avantages d'un contrôle efficace de la qualité en termes d'assurance des spécifications, réputation du produit et dépistage des problèmes de production ne sont plus à démontrer. Jusqu'à maintenant, ces contrôles ont été effectués dans la plupart des cas sur une base d'échantillonnage statistique. L'ingénieur en charge de l'assurance de qualité, ou l'opérateur en charge de la production, prélèvent périodiquement des échantillons du produit dont les caractéristiques pertinantes sont mesurées avec précision. Les résultats de ces mesures sont introduits dans des chartes de qualité qui sont ensuite soumises à des analyses statistiques par attribut ou par variable afin de déterminer si les écarts enregistrés correspondent à des fluctuations statistiquement acceptables ou bien si l'on est en présence d'une dégradation inacceptable de la qualité du produit.

Cette approche est toutefois loin d'être idéale. La prise d'échantillons requiert du temps et de l'attention de la part des différents opérateurs afin d'assurer une procédure d'échantillonnage répétitive et uniformément aléatoire. Des délais parfois considérables et des problèmes d'emmagasinage sont introduits lorsque des lots sont accumulés en attente de l'autorisation du contrôleur à poursuivre les étapes ultérieures de production ou à procéder à l'expédition. Tout cela pousse le responsable de la production à réduire la fréquence des échantillonnages, en diminuant ainsi la fiabilité des données statistiques recueillies et en introduisant des délais coûteux entre la détection et la réparation des problèmes de production.

Le contrôle continu de la qualité

L'introduction de l'ordinateur dans le milieu de production, ainsi que les avances continues dans la technologie des capteurs industriels, permettent maintenant d'éliminer ces problèmes en introduisant un contrôle continu de la qualité. Des capteurs sont introduits le long de la ligne de production de sorte à recueillir, d'une façon continue et automatisée, les données statistiques relatives au produit à mesure qu'il procède le long de la ligne de production. Ces données sont acheminées à l'ordinateur central où elles sont immédiatement analysées afin que le directeur de la production puisse avoir une image globale de l'avancement du produit et puisse intervenir sans délai lorsque des malfonctionnements sont détectés.

Il est évident que la disponibilité de capteurs précis et fiables est la condition essentielle qui est nécessaire à la mise en place de ces contrôles. Le développement de ces capteurs constitue l'un des principaux secteurs d'activité de l'Institut de Génie des Matériaux (IGM), un laboratoire financé par le gouvernement fédéral et situé à Boucherville. En stricte collaboration avec l'industrie, l'IGM a bâti une expertise générique en inspection industrielle qui est disponible à toute compagnie canadienne désirant augmenter sa productivité.

L'un des secteurs qui se développent le plus rapidement dans ce domaine est celui des capteurs électro-optiques, grâce en partie aux énormes avances qui ont eu lieu dans la technologie des lasers et des fibres optiques. Une étude récente (Sensor Review, juillet '86, p. 120) a prévu une expansion dans le volume de systèmes d'inspection électro-optique installés aux États-Unis

allant de $990 millions en 1984 à $3.7 milliards en 1990. L'IGM participe activement à l'application de ces nouvelles technologies aux contrôles industriels, et plusieurs projets ont déjà été portés à terme en collaboration avec l'industrie dans des domaines tels que la vision artificielle, la thermographie infrarouge, la spectroscopie optique et l'inspection du fini de surface pendant la galvanisation des tôles d'acier ou l'extrusion des fils enrobés de polymère.

La mesure d'épaisseur des pellicules de polyéthylène

Un problème d'inspection industrielle qui nous a été soumis récemment par l'usine Union Carbide de Cowansville est la mesure continue de l'épaisseur des pellicules de polyéthylène sur la ligne de production. Les capteurs maintenant disponibles, basés essentiellement sur l'atténuation de radiation nucléaire, sont inadéquats à cause de leur fiabilité limitée, coûts élevés et problèmes de sécurité. Des capteurs mesurant l'atténuation de radiation infrarouge ont été développés récemment, mais ils ne sont pas satisfaisants pour des pellicules contenant des pigments colorés. Un capteur à l'infrarouge de conception innovatrice qui permet de résoudre ce problème a donc été développé à l'IGM. Le prototype IGM est montré à la Fig. 1 pendant les essais sur une des lignes de production de Union Carbide.

Le principe de fonctionnement de ce capteur peut être compris à l'aide de la Fig. 2. L'absorption de la radiation infrarouge est particulièrement forte sur la bande d'absorption située autour de 2.4 μm. La profondeur de cette bande d'absorption dépend de l'épaisseur de la pellicule, comme la Fig. 2 le montre. En prenant donc le rapport entre, e.g., les valeurs de la transmit-

tance à 2.2 et à 2.4 µm, on obtient une mesure qui permet d'évaluer l'épaisseur de la pellicule et qui ne dépend pas de la puissance absolue de la source infrarouge ou de l'atténuation du faisceau causée, par l'accumulation de saleté sur les fenêtres de l'instrument.

Un problème sur lequel on s'est penché avec une attention particulière à l'IGM est la possibilité d'appliquer cet instrument à la mesure de l'épaisseur de pellicules contenant différentes quantités de pigments colorés. Même si la plupart des colorants n'ont pas de bandes d'absorption dans la région spectrale montrée en Fig. 2, la radiation infrarouge est diffusée par ces particules, produisant une atténuation qui est plus forte aux courtes longueurs d'onde. Ceci est visible dans le graphique du bas de la Fig. 2, qui correspond à une pellicule fortement pigmentée. La pente positive de la courbe engendre des erreurs considérables lorsque l'épaisseur est évaluée à partir des deux valeurs de la transmittance à 2.2 et 2.4 µm. L'approche utilisée à l'IGM, pour laquelle un brevet est en cours, consiste à échantillonner le spectre à 2.05 et 2.2 µm afin d'en extrapoler la transmittance avant absorption à 2.35 µm, qui est comparée à la valeur mesurée expérimentalement afin d'en déduire l'épaisseur indépendamment de la présence de pigment colorés.

Le prototype IGM a été mis à l'essais pendant plusieurs mois aux usines de Union Carbide et les résultats ont été très satisfaisants avec des pellicules de couleurs différentes. Cette technologie sera transférée à une compagnie d'instrumentation industrielle qui pourra ainsi l'introduire sur le marché mondial.

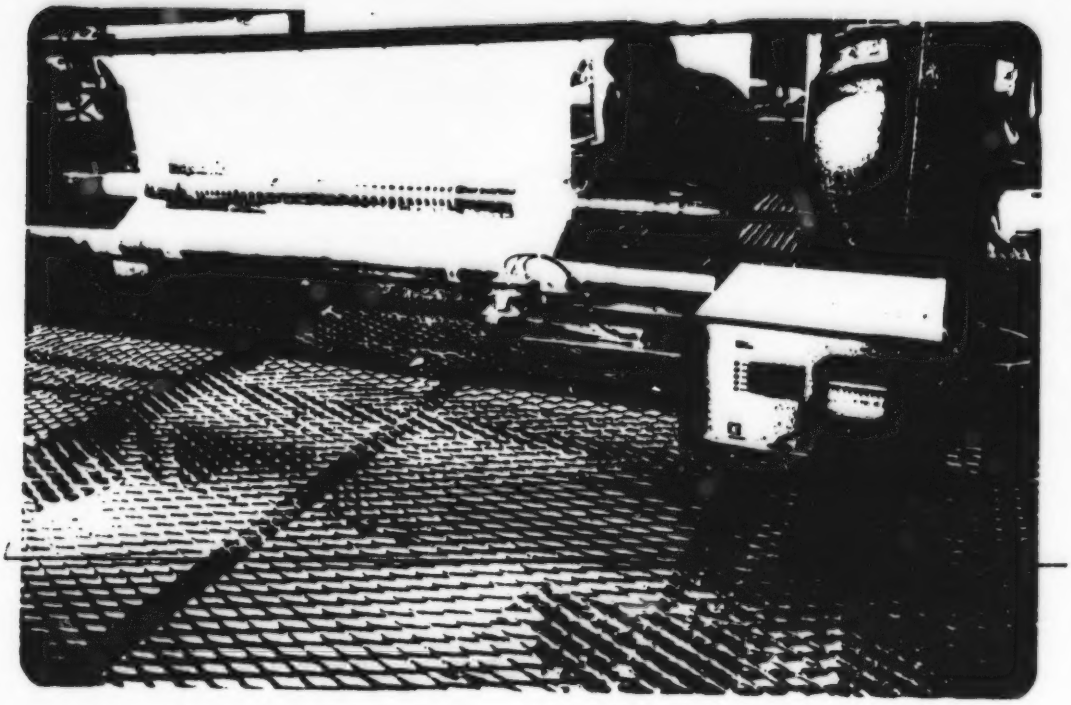

Fig. 1: Le prototype IGM pour la mesure en continu de l'épaisseur des pellicules de polyéthylène pendant les essais en production chez Union Carbide, Cowansville.

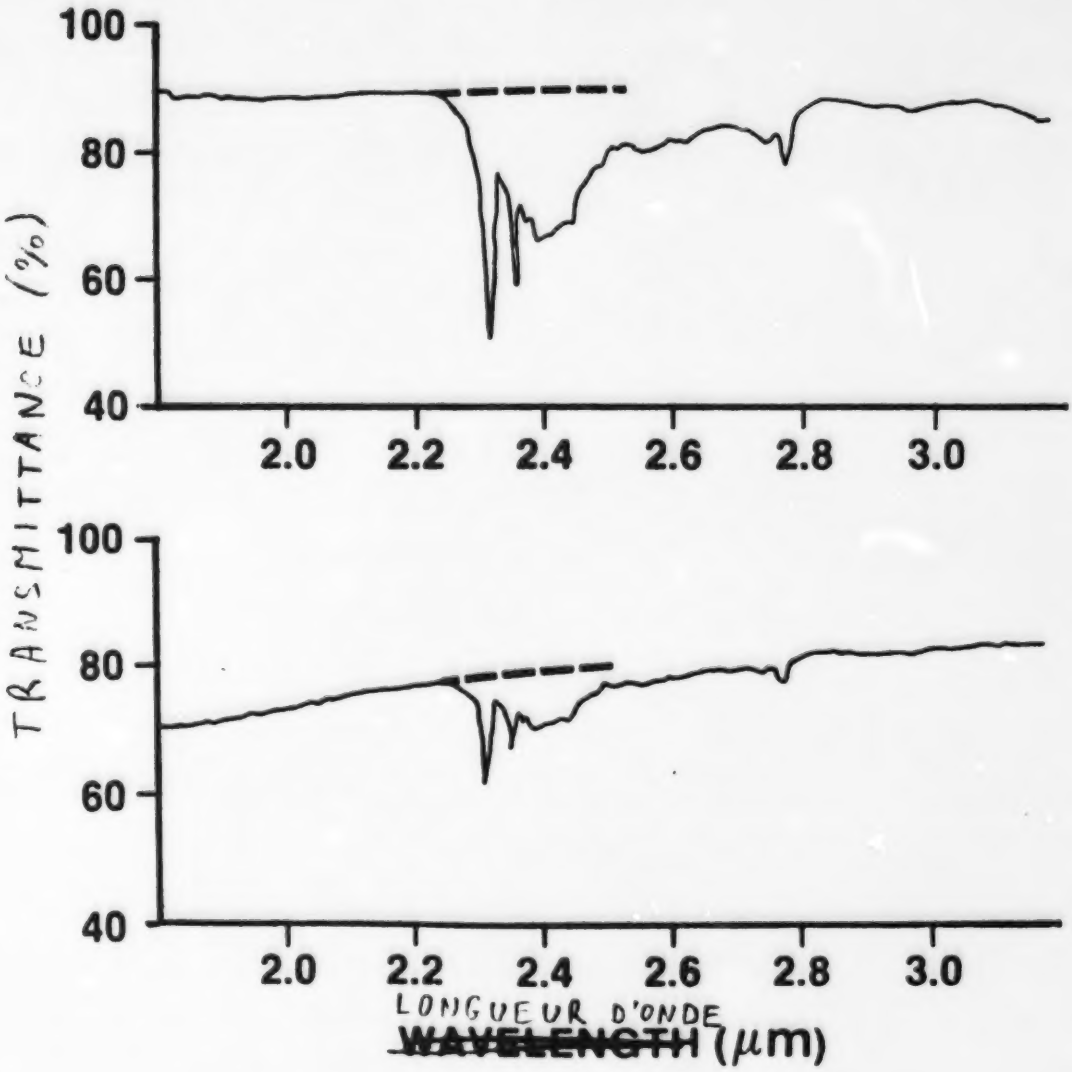

Fig. 2: Transmission spectrale de la radiation infrarouge à travers une pellicule de polyéthylène clair de 60 μm d'épaisseur (haut) et de polyéthylène pigmenté de 20 μm (bas).